



中华人民共和国国家标准

GB/T 44133—2024

智能电化学储能电站技术导则

Technical guide for smart electrochemical energy storage station

2024-05-28 发布

2024-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	1
5 系统架构	2
6 智能运行维护	2
7 智能检修	3
8 安全管理	3
9 智能运营	4
附录 A（资料性） 智能电化学储能电站智能化程度划分	5
附录 B（资料性） 智能电化学储能电站总体架构	7

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由全国电力储能标准化技术委员会（SAC/TC 550）归口。

本文件起草单位：广州易能数字科技有限公司、广东电网有限责任公司广州供电局、广东省电力开发有限公司、南方电网数字企业科技（广东）有限公司、华为数字能源技术有限公司、上能电气股份有限公司、湖北汽车工业学院。

本文件主要起草人：许丽霞、周玖、余志文、欧紫云、孙务本、姚煜、张红霞、邱朝明、郑灶贤、赵颖、江迪、李利员、郭春元、金阳坤、黎忠琼、肖海波、齐绩、范晋衡、李孟泽、郑舒慧、陈龙、席东泽、周军宏。

智能电化学储能电站技术导则

1 范围

本文件规定了智能电化学储能电站的系统架构、智能运行维护、智能检修、安全管理、智能运营的技术要求。

本文件适用于智能电化学储能电站的建设和运营。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 34131 电力储能用电池管理系统
- GB/T 36572 电力监控系统网络安全防护导则
- GB/T 40090 储能电站运行维护规程
- GB/T 42315 电化学储能电站检修规程
- GB/T 42726 电化学储能电站监控系统技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能电化学储能电站 smart electrochemical energy storage station

以自动化、数字化、信息化为基础，利用云计算、大数据、物联网、移动互联、人工智能等技术，构建自感知、自学习、自决策、自执行、自适应能力，实现高效、安全、稳定和自主运行的电化学储能电站。

3.2

智能电子装置 intelligent electronic device; IED

基于微处理器技术，具备数据采集、处理、控制执行以及网络交互能力的电子装置。

3.3

智能设备 intelligent equipment

储能电站内设备本体与相应智能组件的有机结合体。

注：智能设备具有测量数字化、通信网络化、功能一体化和信息互动化特征。

4 总体要求

4.1 智能电化学储能电站宜通过云计算、大数据、物联网、移动互联、人工智能等技术实现电站的智能运行维护、智能检修、安全管理、智能运营等功能。

4.2 智能电化学储能电站应具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应的能力，智能化水平可分为初级能力、中级能力、高级能力三个等级，智能化程度划分见附录 A。

4.3 智能电化学储能电站应采用智能电子装置、智能传感器等智能设备实现数据多源采集和快速处理。数据采集的内容应包括电池管理系统、监控系统、巡检、检修、电力市场等内容，电池管理系统的数据库应符合 GB/T 34131 的规定，监控系统的数据应符合 GB/T 42726 的规定，巡检的数据应符合 GB/T 40090 的规定，检修的数据应符合 GB/T 42315 的规定。

4.4 智能电化学储能电站应建立数字孪生模型，实现生产数据和管理数据的融合共享。

4.5 智能电化学储能电站应配置集运维资源监控、运维工单处理、运维报表、运维知识库、运维展现中心、市场营销管理、交易管理、客户管理等为一体的生产运营管理系统。

4.6 智能电化学储能电站在设计、运行、检修、运营各阶段应满足下列网络安全要求：

- a) 设计阶段，电站内各种智能化设备最小化对外接口暴露面，对外接口支持基于认证授权的访问控制机制；
- b) 运行阶段，传输和存储敏感数据和个人数据时采用信息加密技术，电站内态势感知平台自动采集和分析运行数据信息，自动感知和预测安全风险；
- c) 检修阶段，及时修复智能化设备和系统的漏洞，支持软件自动加固升级，升级前自动进行数字签名校验；
- d) 运营阶段，支持软件新版本的自动检测并提示升级，自动对网络安全配置进行核查并生成风险评估报告。

4.7 智能电化学储能电站宜具备自主学习、自动寻优、迭代进化的能力。

5 系统架构

5.1 智能电化学储能电站的系统架构应包含感知执行层、智能应用层、决策指挥层，总体架构见附录 B。

5.2 感知执行层应采用物联网及各种数据采集技术，感知智能电化学储能电站的储能电池、变流器等关键设备的信息和电站信息；并应具备设备设施控制、生产人员行为管控等功能。

5.3 智能应用层应具备对智能电化学储能电站的运行管理、检修管理、运营管理、安全管理的功能。

5.4 决策指挥层宜具有分析评估、预测预警、控制策略智能制定的运营管控、决策分析、应急指挥等功能。

6 智能运行维护

6.1 智能电化学储能电站宜根据感知执行层的关键设备信息及电站信息建立电站运行维护信息库，根据安全性能评价信息、电气评价信息、寿命评价信息，采用前后对比法、横向对比法、综合评价法等方法，结合定量分析和定性分析，实时对比分析电站运行状态，对设备健康状态进行预警。

6.2 智能电化学储能电站应构建负荷预报、调度、运行环节的协调互动策略，并根据市场供需关系、电网友好、经济收益、设备状态等设置运行策略，储能设备应根据运行策略自决优运行。当与其他发电形式联合运行时，应具备优化联合运行的智能决策和控制能力。

6.3 智能电化学储能电站应对电池进行健康评估、故障诊断、寿命预测，并结合设备故障告警、状态预警等信息及时调整设备运行方式。

6.4 智能电化学储能电站应能自动计算电站充放电量、电站运行效率、设备可用度等指标，对设备健康状态进行多维对比分析，自动生成设备维护分析报告。

6.5 智能电化学储能电站应根据设备运行状态、健康评估结果对设备预防性维护周期、维护项目进行自动优化调整。

6.6 智能电化学储能电站宜根据电网调度要求自动执行电网调度指令，实现调峰、调频、紧急功率支撑、电压控制、跟踪计划曲线、平滑功率输出、电压暂降支撑等智能化控制功能。

6.7 智能电化学储能电站应建立包含历史巡检方案及巡检记录、人员、工器具等信息的巡检信息库，

结合电站运行信息库及电池健康状态，自动生成巡检方案，通过设备在线监测、无人机、机器人等手段实现储能电站设备的自动化巡检，并根据巡检结果进行自动分析、结果自动上报，同时结合设备运行状态、环境监视等信息对设备异常情况进行预警。

6.8 智能电化学储能电站的监控系统应具备网络安全入侵检测功能，自动下发安全策略并接收安全告警，在运行时自动收集智能化设备系统运行事件和安全日志并进行自动分析，自动进行分析结果汇总，实现网络安全风险的态势感知。

7 智能检修

7.1 智能电化学储能电站设备检修时，应利用人工智能、机器学习等手段，结合电化学储能电站监控系统、电力储能用电池管理系统、生产运营管理系统中的相关信息进行设备状态分析，并提出检修策略。

7.2 智能电化学储能电站进行检修时，宜采用自动化或无人化装置，将检修人员及装置的实时定位信息、作业违章信息、设备状态信息、设备异常告警信息、检修分析报告等进行自动上报。

7.3 智能电化学储能电站检修作业时，应具备五防逻辑自动判断的功能，对检修设备运行操作状态进行冲突提醒。

7.4 智能电化学储能电站检修时应进行智能化设备和监控系统的网络安全风险评估，并输出评估报告。评估范围包括漏洞，病毒扫描和网络端口、通信协议、人机账号权限配置、密码强度等网络安全配置。智能化设备和监控系统应支持安全配置自动核查并自动导出报告，支持从站级自动检测软件新版本，软件升级前，各设备应支持对软件包完整性自动进行数字签名校验。

7.5 智能电化学储能电站应建立包含历史检修方案及检修记录、人员、物料、工器具等信息的检修信息库，结合安全性能、电气性能及寿命等评价结果及电站运行信息、巡检信息、异常缺陷信息及电站健康状态等自动生成检修方案。

7.6 智能电化学储能电站宜结合设备运行状态、设备健康状态对检修结果进行自评价，评价内容应包括检修后设备状态、检修流程、人员安排、材料使用等，并动态优化检修方案，形成检修决策及应急指挥策略。

8 安全管理

8.1 智能电化学储能电站安全管理应自动感知人员、设备、火情、网络、环境等信息，实现电站的安全态势感知。

8.2 智能电化学储能电站宜建立现场作业风险知识库，应具有智能识别隐患、评估风险、生成管控策略的功能。

8.3 智能电化学储能电站应具备全厂人员定位系统、智能门禁系统、应急广播系统、厂区电子围栏系统、视频监控系统、一键报警系统和生产运营管理系统联动的功能。

8.4 智能电化学储能电站宜建立设备安全预警识别系统，对电池温度异常、电池对地绝缘阻抗异常、电池热失控、电池起火等进行自动识别。识别火灾故障发生时，应自动切断故障并隔离故障区域；如发生直接危及人身安全的紧急情况时，应自动启动相应的应急预案。

8.5 智能电化学储能电站宜部署网络安全态势感知系统，对电化学储能电站网络安全状态进行感知、追溯与预测，网络安全应符合 GB/T 36572 的要求。

8.6 智能电化学储能电站应实现证书申请或颁发过程自动化，电站设备和系统导入、更新、吊销、有效性检验等数字证书应统一管理。

8.7 智能电化学储能电站应采用能支持电站的网络安全运维要求的设备，并优先采用网络安全认证等级较高的设备。智能设备和系统应具备人机账号认证权限管理、密码安全、证书管理和漏洞修复等安全

功能，被攻击影响后应具有一定的网络韧性并保持最小业务功能持续运行。漏洞修复应及时，应按漏洞风险严重程度定义修复时间。

8.8 智能电化学储能电站宜建立电站智能安防平台，定期完成风险自评估，智能化管理现有人力防范、实体防范、电子防范措施，实现对电站周界的自动监测管理和入侵自动驱离。

9 智能运营

9.1 智能电化学储能电站应根据设备故障情况、设备健康模型、设备生命周期衰减情况自动生成物资需求计划，对物资需求进行动态管理。

9.2 智能电化学储能电站应对物资采购进度、物流轨迹进行实时跟踪，物资的采购、使用、结算等业务系统之间实现智能协同。

9.3 智能电化学储能电站宜对电站能效水平、运维成本、市场盈利进行趋势分析，预测电站全生命周期的充放电电量和功率调节里程及其对应的收益。

9.4 智能电化学储能电站应对市场供给与需求、价格、充放电能力与成本等自动分析与预测，自动生成成长、中、短期报竞价营销策略。

9.5 智能电化学储能电站应通过大数据分析手段对交易方案和交易过程进行后评价，并自动生成交易评价报告。

9.6 智能电化学储能电站应针对站内的智能化设备进行网络安全运营，运营内容应满足下列要求：

- a) 定期扫描漏洞、加固系统，自动检测软件包新版本并校验软件包数字签名，校验通过后自动升级；
- b) 定期对设备的对外端口进行扫描，关闭非必要的网络端口，降低被入侵被攻击的风险；
- c) 定期对设备的相关安全配置自动进行核查并输出配置风险评估报告。

附录 A

(资料性)

智能电化学储能电站智能化程度划分

智能电化学储能电站智能化程度划分见表 A.1。

表 A.1 智能电化学储能电站智能化程度划分

智能化程度	初级能力	中级能力	高级能力
总体特征	具有较完整的智能电化学储能电站总体架构，实现站内不同业务之间的信息融合，具备预测预警、系统联动等系统决策支持功能。实现人工为主、机器为辅的生产过程及运营管理模式	具有完善的智能电化学储能电站总体架构，具备智能自主、人机协同的组织形态。实现电化学储能电站内部、外部的互联互通；达到事前预警纠偏、事中监督管控、事后评估迭代的管控水平。实现机器为主、人工为辅的生产过程及运营管理模式	具有完整的智能电化学储能电站总体架构，深度应用数字化、智能化等技术，实现生产过程及运营管理模式自感知、自学习、自决策、自执行、自适应功能，达到资源的最优配置
技术特征和能力要求	技术特征： 初步网络互连 能力要求： 1) 实现电池、电池簇、电池柜及变流器等主设备重要状态量的在线监测； 2) 实现温度、湿度、烟雾、气体等环境量的在线监测； 3) 试点采用视频监控或机器人取代人员进行巡检； 4) 实现各类自动化业务数据的汇聚	技术特征： 广泛网络互连、初步信息建模 能力要求： 1) 广泛采用智能电子装置，通过网络实现互操作； 2) 实现较全面的电站状态信息（含电池的化学性质）在线监测； 3) 全面感知气象、空气、噪音、辐射等环境信息； 4) 采用视频监控、机器人等新技术手段取代80%以上区域人工巡检工作； 5) 基于统一信息模型实现各类自动化业务数据汇聚和融合应用	技术特征： 广泛网络互连、全面业务建模 能力要求： 1) 广泛采用智能设备，通过网络实现互操作； 2) 全面感知设备、环境、物资、人员、市场等要素的多维信息； 3) 所有区域均采用机器人、无人机、视频监控、等新技术手段取代人员进行巡检； 4) 建立基于新型电力系统的智能化电化学储能电站
	技术特征： 模型、参数人机协同优化 能力要求： 1) 具备开关量统计分析、模拟量时间序列分析及多元回归分析能力； 2) 提供业务模型组态功能，结合行业专家经验建立业务模型； 3) 提供模型参数辅助调优功能，能根据历史数据优化模型参数	技术特征： 模型、参数自动优化 能力要求： 1) 采用人工智能、大数据等新技术手段，对历史数据进行分析挖掘； 2) 能依据历史数据、人工标记的样本实现模型参数自动寻优； 3) 通过自学习初步建立起主设备数字仿真模型	技术特征： 模型、参数智能调优 能力要求： 1) 设备内置数字仿真模型，自动根据实时运行数据在线优化模型； 2) 建立模型接口标准，实现设备数字仿真模型的集成； 3) 建立在线专家知识库，构建协同学习机制并自主更新

表 A.1 智能电化学储能电站智能化程度划分（续）

智能化程度	初级能力	中级能力	高级能力
技术特征和能力要求	<p>技术特征： 人工为主、机器为辅</p> <p>能力要求： 1) 具备电池故障诊断功能，电池故障诊断的准确率大于60%； 2) 具备经济运行、主设备检修决策支持、安全决策支持、运营决策支持等功能； 3) 能自动分析各类设备、设施运行状态及趋势是否正常； 4) 设备异常时能按概率给出可能的原因，以及相应的处置建议</p>	<p>技术特征： 机器为主、人工为辅</p> <p>能力要求： 1) 电池故障诊断的准确率大于70%； 2) 能自动编制优化的发电计划、设备检修计划等； 3) 设备异常时能推理出受影响的设备以及造成的后果，准确率达到50%以上； 4) 能自动给出各类故障和应急事件的处置指导</p>	<p>技术特征： 机器智能自主决策</p> <p>能力要求： 1) 电池故障诊断的准确率大于80%； 2) 系统自主分析决策水平等同或高于行业专家； 3) 设备异常时能推理出受影响的设备以及造成的后果，准确率达到95%以上； 4) 能自动给出各类故障和应急事件的处置指导，可自动采取预防性保护措施</p>
	<p>技术特征： 人机监督、人工干预</p> <p>能力要求： 1) 各类现地设备实现自动优化控制，冗余设备故障时自动无扰切换； 2) 实现安全防范多系统联动等功能； 3) 实现电气设备一键倒闸操作功能； 4) 发生重大异常情况时，系统能自动采取措施，确保影响最小化</p>	<p>技术特征： 机器监督、人工处置</p> <p>能力要求： 1) 重大及一般异常情况时，系统均能自动采取措施，确保影响最小化； 2) 具备设备及设施重要异常的提前识别能力，自动采取措施避免异常情况发生； 3) 初步具备各类运行风险量化分析和变化趋势的识别能力，并能够对风险进行预控，确保风险在可控范围内</p>	<p>技术特征： 机器监督、机器处置、人工干预</p> <p>能力要求： 1) 具备设备及设施重要及一般异常的提前识别能力，自动采取措施避免异常情况发生； 2) 具备各类运行风险量化分析和变化趋势的识别能力，并能对风险进行预控，确保风险在可控范围内</p>
	<p>技术特征： 人工生成规则、简单适应</p> <p>能力要求： 1) 设备软件及系统能依据人工预先设定的规则以及实时运行情况，自动调整自身运行状态； 2) 设备、软件及系统提供默认的自适应规则并提供规则的编辑功能； 3) 设备、软件具备自诊断和自恢复等能力</p>	<p>技术特征： 人工生成规则、前馈适应</p> <p>能力要求： 1) 能识别规则之间的关系，对人工预先设定的规则进行合理性、协调性校验； 2) 能根据人工设定的规则和实时运行情况进行前馈控制，使得系统在不同规则中的切换次数最小化； 3) 系统具备自愈能力</p>	<p>技术特征： 人工同机器共同生成规则、自主适应</p> <p>能力要求： 1) 根据电化学储能电站运行机理及各设备、设施数字仿真模型，自动推理出自适应规则； 2) 自动全面识别设备性能劣化、设备更换等相关影响因素，自主完成自适应规则的修正</p>

附录 B

(资料性)

智能电化学储能电站总体架构

智能电化学储能电站总体架构见图 B.1。

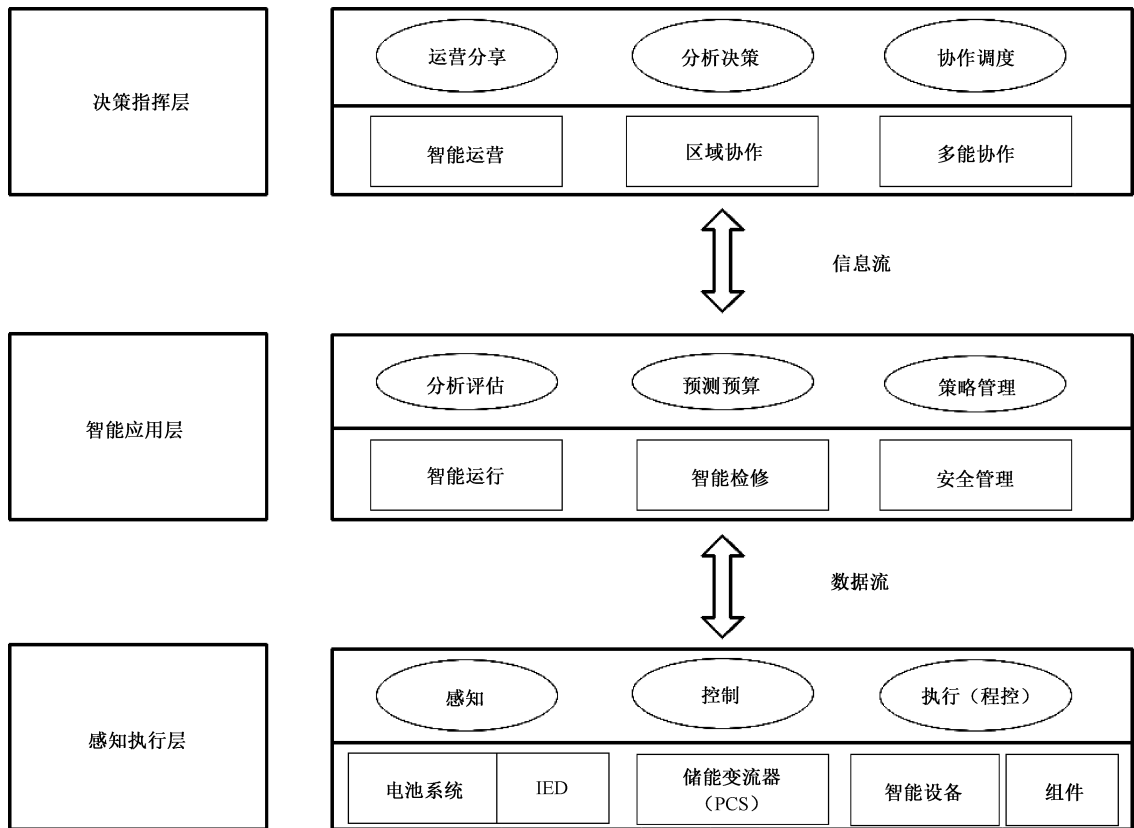


图 B.1 智能电化学储能电站总体架构示意图

